

STEM/STEAM教育からの小・中・高等学校を一貫した技術ガバナンス力と技術イノベーション力の学習到達水準系統表の改善

山崎 貞登*・岡島 佑介*・東原 貴志*・大森 康正*・
黎 子 椰*・磯部 征尊**・山崎 恭平***

(平成31年1月29日受付；平成31年3月26日受理)

要 旨

小論の目的は、政府の喫緊の教育課題であるSTEM/STEAM教育推進の提言を踏まえ、文部科学省（2018）『中学校学習指導要領解説 技術・家庭編』技術分野で重視される「技術を評価、選択、管理・運用する力（技術ガバナンス力）」と、「技術の発達を主体的に支え、技術革新を牽引するために、技術を改良、応用する力（技術イノベーション力）」を育成するために、スタンダード準拠評価法によるパフォーマンス評価に基づき、幼稚園から高等学校までを一貫した「技術ガバナンス力」と「技術イノベーション力」を育成する学習到達水準表の改善を提案することにある。磯部・山崎（2013）の「教育目標2-1 技術教育固有の方法・プロセスのスタンダード教育課程基準表」と「教育目標2-2 技術の適切な評価・活用能力のスタンダード教育課程基準表」、山崎ら（2016）「技術の見方・考え方（技術の論理的・批判的・創造的思考力）」、イングランドの2014年改訂ナショナルカリキュラムの教科「Design and Technology」及び「Computing」の動向等を参考にして、小・中・高等学校を一貫した「技術ガバナンス力」と「技術イノベーション力」の学習到達水準系統表の改善を提案した。

KEY WORDS

STEAM教育（Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics Education）、小・中・高等学校を一貫した技術教育課程（Curriculum in Technology Education through Elementary and Upper Secondary School）、技術ガバナンス力（Competency for Technological Governance）、技術イノベーション力（Competency for Technological Innovation）、スタンダード準拠評価法（Standard Referenced Assessment Method）、パフォーマンス課題（Performance Task）

1 研究目的

小論の目的は、政府の喫緊の教育課題であるSociety5.0を支え、EdTechによる急激な技術革新に柔軟に対応する人財育成と、STEM（Science, Technology, Engineering and Mathematics）/STEAM（Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics）教育推進を踏まえ、文部科学省（2018）『中学校学習指導要領解説 技術・家庭編（以下、解説）』の技術分野で重視される「技術を評価、選択、管理・運用する力（技術ガバナンス力）」と、「技術の発達を主体的に支え、技術革新を牽引するために、技術を改良、応用する力（技術イノベーション力）」⁽¹⁾を育成するための学習到達水準表の改善提案である。なお、本小論における技術は、「テクノロジー」を含意し、スキル（技能）やテクニク（技法、技巧等）と峻別して用いている。

本研究における「STEM教育」の定義は、Bybee（2010）⁽²⁾を援用し、万人の科学・技術・エンジニアリング・数学に関連する科学・技術の理解増進、21世紀の壮大な挑戦を担う全ての市民に必要な科学・技術リテラシーの普及・向上（for all）と共に、特に大学等の高等教育以前からの初等・中等・高等教育段階を一貫した継続的・系統的な教育で、豊かなテクニクと個人的スキルを有する科学・技術専門職の担い手や国の「技術イノベーション」を牽引する卓越した人財を育成（for excellent）し、STEM専門職の社会的意義と役割・地位の向上、持続可能な社会のために「科学技術ガバナンス（協働統治）」による民主主義社会を支えるグローバル市民の育成（for all）の重要性を啓発・普及していくための教育及び教育運動と解釈する。卓越したSTEM系人財育成と、STEMの共通素養育成の両役割を担う。日本産業技術教育学会（2013）⁽³⁾は、「技術イノベーション」能力を、「科学の発見や技術の発明による新たな知的・文化的価値を創造すること、それらの知識を発展させて、経済的・社会的・公共的価値の創造に結びつける革新」能力と用語解説している。本稿における「技術ガバナンス能力」の定義は、立場の違いや利害関係を有する

*自然・生活教育学系 **愛知教育大学 ***（財）軽井沢風越学園設立準備財団

人たちがお互いに協働し、技術に関わる問題解決のために、主権者としてコンセンサス会議等に主体的かつ協働的に参画・討議し、自らの意見を表現し、技術を適切に評価、選択、管理・運用する能力と規定する。「技術イノベーション能力」と「技術ガバナンス能力」については、山崎・磯部(2016)⁽⁴⁾で詳細を解説している。

STEAM教育は、2000年代前半に、米国が先駆けとなり提唱された教育改革運動の総称である。STEM教育は、同じく1990年代終わりから2000年代前半にかけて隆盛した第二次STEM教育の改革運動（第一次STEM教育改革運動は、スプートニク・ショック後の西欧諸国の科学技術教育改革運動、Banks and Barlex, 2014: pp.4-6)⁽⁵⁾の流れに呼応している。STEAM教育の解釈は、国内外の研究者・実践者等により、多様な解釈がなされている。特に、「Arts（アーツ）」を「ファインアーツ（絵画、彫刻、意匠等をはじめとした美術）」に限定して定義するか、それとも、「アーツ」概念を美術のみならず広義に解釈するのかは、国内外では多様な見解がある〔スーザ&ピレッキ（著）、胸組（訳）、2017：p.iii他〕⁽⁶⁾。STEM系分野における女性の積極的なキャリア発達と、ジェンダー教育の重要性を唱えるアメリカ合衆国（以下、アメリカ）の女性研究者・学校コンサルタントで、大学院の主専攻は技術・エンジニアリング教育であったYakman女史（2008）⁽⁷⁾は、アーツの内包と外延を、ファインアーツ（美術）のみならず、Physical（体育・ダンス表現・ドラマ表現）、Manual（手芸）、Language & Liberal（including Sociology, Education, Politics, Philosophy, Theology, Psychology History & more…）（ランゲージアーツとリベラルアーツ）といったように、文系・理系・芸能系を架橋・往還させて、越境・融合と相乗効果と新たな創造を目指す教育を基底論とした解釈をしている。本稿のSTEAM教育のアーツの解釈は、Yakmanの定義⁽⁷⁾を援用し、美術や芸術に限定せずに、前述の基底論と構成原理に基づき解釈する。

「ランゲージアーツ」の解釈も、国内外の研究者等により多様な解釈がされている。本研究のランゲージアーツ概念は、ファリス&ウェルデリッヒ〔高杯監訳〕（2016）⁽⁸⁾を援用し、「社会生活の手段として、現実的に言語を使用するさまざまなスキル（p.xiii）」と定義する。同著（p.xiii）では、欧米においては、批判的に話を聞き、本を読み、自分の意見を文章にまとめ、わかりやすくプレゼンテーションを行い、多様な可能性の中から最善のものをグループワークや討論を通じて選択する、といった言語を読解・解釈・表現する「術（アーツ）」の学習を小学校早期の段階から積み重ねていることが紹介されている。そこでは、単一の正解への終焉を求めず、生徒間のみならず、生徒と教師間においてもそれぞれの意見を批判的に考察することが認められている。

「リベラルアーツ」の起源は、古代ギリシアからローマ時代に遡ることができる。言語系の文法、修辞学、論理学と、数学系の算術、天文学、幾何学、音楽を合わせた「自由七科」を基礎とし、広範な諸問題を、垣根を越えた複合的な視点からまとめ、そして解決を目指すための学問が起源である。職人に対する職業教育と対比する形で、全自由市民に対する共通素養（教養）育成という理念がある（芳沢、2018：pp.3-6）⁽⁹⁾。

芳沢の指摘の通り、「リベラルアーツ」の概念は、時代の進展と共に変化して来ている。リベラルアーツの淵源は、一般的教養〔パイディア〕の探究であった。しかし、近代科学の興隆は、今日の諸学問に極度の専門分化をもたらし、学問におけるパイディアの復権が喫緊の重要課題になっている（村上、2002：p.195）⁽¹⁰⁾。近年、従来の「専門－教養」の二項対立的・上下階層的・ガバナメント的關係から、ガバナンス（協働統治）的關係に進化している。「リベラルアーツ」教育の邦訳は、一義的ではなく、「自由市民のために必要な共通素養」、「シティズン・シップ」、「主権者素養」、「リスクの協働管理・統治素養」を育成する教育等といったように、様々な意識等がなされている。

Yakman女史（2008）⁽⁷⁾らのSTEAM教育概念におけるアーツ教育概念の内包と外延では、無謬論的な唯一解主義ではなく、可謬論的な最適解を求めるための問題解決デザインと創造性、SDGs（Sustainable Development Goals）を支える主権者として、価値判断規準重視の比較考量と意思決定理由、他者との協働を重視する。日本政府は、2019年1月11日に、未来投資会議構造改革徹底推進会合の第6回の「（企業関連制度・産業構造改革・イノベーション）会合（雇用・人材）」を開催し、初等中等教育における情報教育の取り組み状況を検討した⁽¹¹⁾。提出資料では、学校教育は、AI（人工知能）やIoT（Internet of Things、ものともをつなぐインターネット）の技術の急速な発展に伴うSociety5.0⁽¹²⁾を見据えて、2017年及び2018年告示の新学習指導要領に基づき、持続可能な社会の創り手を確実に育成していくことの必要性を強調した。さらに、各教科での学習を実社会での課題解決に生かしていくための教科横断的な教育（「STEAM教育」など）を充実させるとした。加えて、EdTech⁽¹³⁾等の積極的活用、ICT環境整備の促進、情報教育・プログラミング教育の充実を求めている。教育再生実行会議は2019年1月18日に第十一次提言中間報告（案）を公表し、STEAM教育と共に、プログラミングやデータサイエンス等の基盤的な学力や情報活用能力の育成を提言した⁽¹⁴⁾。さらに、社会の変化に対応するための教育課程や教科書も含めた学習指導の不断の見直しを求めた。

2 社会における様々な場面で活用できる概念の理解

2017年告示中学校学習指導要領の技術・家庭科の目標の解説では、「個別の事実に基づく知識の習得だけでなく、社会における様々な場面で活用できる概念の理解を目指している (pp.16-17)」⁽¹⁾ことが明記されている。本小論における「概念」の定義は、ウィギンズ&マクタイ著・西岡訳 (2012) の「一つの語や句によって表現される心的な構成概念やカテゴリー。概念には、実体的な物体 (例: いす, ウサギ) と抽象的な観念 (例: 民主主義, 勇敢さ) の両方が含まれる。包括的な理解は、概念から導き出される。(p.391)」⁽¹⁵⁾を援用する。近年の学習科学の種々の知見により、「学習者が探究能力を発揮させるためには、(a)事実についての幅広く深い基礎知識を身に付け、(b)その事実を概念の枠組みの文脈と関連づけて理解し、さらに、(c)スムーズに探索・応用できるように知識を体制化 (米国学術研究推進会議 (編著), 森・秋田 (監訳): p.16)」⁽¹⁶⁾する重要性が指摘されている。加えて、メタ認知能力を促進させる学習指導では、学習者に学習目標を立てさせたり、その目標への学習過程をモニタリングさせたりすることによって、みずから学習を制御し進めていく能力を高めることができる (p.17) と提案されている⁽¹⁶⁾。

中央教育審議会 (中教審) 初等中等教育分科会教育課程部会の「児童生徒の学習の在り方について (これまでの議論の整理について) (2019年1月21日)」⁽¹⁷⁾では、「知識・技能」の評価は、事実に基づく知識の習得を問う問題と、知識の概念的な理解を問う問題とのバランスに配慮するなどの工夫改善を図ることなどを求めている (p.8)。一方、教科教育研究では、いわゆる事実に基づく知識と概念的知識との関係については、長年の論争課題であることに留意する必要がある。例えば、社会科教育学では、佐長 (2009)⁽¹⁸⁾が、教材は、具体的で個別的な事実に基づく知識であり、目標として習得させる教育内容は、一般化とも呼ばれる概念的知識という前提条件で、概念的知識は個別的な事実に基づく知識に比して質の高い知識という仮説を立案して、その反証を試みている。佐長は、3点の総括を得ている。第1は、概念的知識とは一般化された命題的知識であり、科学的な学問成果を変換することによって得られる。それが転移・応用するとは、習得された社会科授業とは異なる状況に移しても、以前の状況における意味や価値を保持し、新たな考察対象を認識、説明、評価できることである。第2に、異なる社会科授業、学習場面の間における概念的知識の転移・応用について検討した。第3に、社会科授業と現実の社会生活との間における概念的知識の転移・応用について検討し、転移・応用を認めるのは難しいことを明らかにした。以上3点を総括した上で、移された状況において、概念的知識に認められるのは、アナロジーのリソース、新たな概念的知識への更新の材料、あるいは新たに習得すべき知識としての意味や価値であるとしている。そして、アナロジーのリソースなどの場合は、典型的であり、事実に基づく知識と切り離すことはできないという。概念的知識は科学的な学問成果から得たものであり、科学的な学問成果そのものだけを現実社会の状況にできないと結論付けている。

中学校技術分野 (以下、技術科) 教育では、事実に基づく知識や概念的知識の習得・活用だけに限定するのではなく、生活や社会における問題を技術とのかかわりで捉え、課題化し、課題解決活動過程の中で技術的知識や技能を駆使する一連の過程で発揮される知識・技能、思考・判断・表現、主体的に学習に取り組む態度を相互関連させる必要がある。換言すると、概念の理解に不可欠な、知識・技能を活用して、課題を解決する過程では、「思考・判断・表現」力を働かせた過程が必要である。中教審「児童生徒の学習の在り方について (これまでの議論の整理について) (2019年1月21日)」⁽¹⁷⁾は、「思考・判断・表現」の具体的な評価方法として、ポートフォリオの活用などの工夫を求めている。さらに、前述⁽¹⁷⁾では、「主体的に学習に取り組む態度」の評価では、各教科等の知識及び技能の習得や、思考力、判断力、表現力等を身に付けたりすることに向けた粘り強い取組を行おうとする側面と、自らの学習を調整しようとする側面を評価することを求めている。こうした評価法には、「パフォーマンス評価」が有効であると考えられる。本稿における「パフォーマンス評価」の定義は、石井 (2012: p.141)⁽¹⁹⁾を援用し、より現実的で学習の必要性や学習の意義を実感できるオーセンティックな場面を設定して、学習者の表現や作品を手掛かりに、個別の事実に基づく知識や概念的知識・技能の総合的な活用力を引き出す課題 (パフォーマンス課題) を設計し、それに対する活動のプロセスや成果物を評価する、「パフォーマンス課題に基づく評価」を意味する。

パフォーマンス課題に基づく評価を重視した単元 (題材) 開発の作成については、ウィギンズ&マクタイ著・西岡訳 (2012)⁽¹⁵⁾が詳しい。同著者の、「パフォーマンス課題に基づく評価」や、いわゆる「逆向きからのカリキュラム設計論」は、1990年代後半から、2000年代初頭以後、世界各国の教育改革に大きな影響を及ぼしている。2017年及び2018年告示の学習指導要領作成のための中教審の審議において、ウィギンズ&マクタイ著・西岡訳 (2012)⁽¹⁵⁾の著書に掲載された図表等が幾度にもわたって紹介されるなど、一定の影響を与えている。同書では、「本質的な問い」と適切なパフォーマンス評価を中心に組み立てることによって、学問におけるより少数の「重大な観念」と核となる課題の組合せに焦点を合わせることができる (p.77) という。同書における「重大な観念 (big idea)」とは、カリキュラム、指導、評価の焦点として役立つような、核となる概念、原理、理論及びプロセスと用語解説している

(p.396)⁽¹⁵⁾。

技術科教育における技術概念の先行研究については、山崎（2016）⁽²⁰⁾で詳細に紹介した。篠田（1989）⁽²¹⁾、板倉（1997）⁽²²⁾、近藤（2013）⁽²³⁾などの先行研究がある。

3 技術科内容学と技術科教育課程編成

経済産業省『『未来の教室』とEdTech研究会第一次提言』⁽¹³⁾の「はじめに」では、四つの柱で、我が国の教育の現状への憂慮と、ビッグデータやAI等の技術イノベーションとEdTechが創り出す「学習者中心の未来」について言及し、EdTechによる急速なイノベーションにより、我が国の教育・学習環境が、一斉型から個別化・個の最適化へと、根底から刷新する潜在力と、変革についての実現可能性について具体的に論じている。

第1の柱は、我が国では「創造的な課題発見・解決力」を育む教育機会が十分にあるかという懸念表明である。第2の柱は、「学びの生産性」を上げる、教育イノベーションの必要性の指摘である。今日、世界中でEdTechによる教育イノベーションが進み、STEM/STEAMを通じた経験と教科の架橋と相乗効果や、ビッグデータとAI利用による「学習の個別化」の実現可能性である。第3の柱は、「教育の情報化」という次元を超え、EdTechが創り出す「学習者中心」の未来である。教育者、教室や学校を含む教育環境、教科等の教育内容は、いかにEdTechを内在化させ、使いこなし、個々の学習者の学びをより豊かにする存在へと進化していくという問いを発信している。第4の柱は、「教科（系統）主義と経験主義の壁」、「民間教育と公教育の壁」、「教育と社会の壁」が溶けていくことを指摘している。このように、EdTechによる教育イノベーションが急速に進み、教育や学習環境が激変する可能性を秘めている。旧態依然の教科内容構成の形態を保持するだけではなく、教科内容構成のうち、「不易は何か」という命題に対し、明確化を図り、21世紀中葉に向けて、「社会の変化と流行に対応した柔軟性」への対応と、「不断の見直し」が喫緊に求められている。

近年では、教科内容を学問的枠組みの下で理論的に研究することと、教科内容学に係るテーマは、教科の本質と教科を横断する汎用的要素の解明、学習指導要領の学問的観点からの検討、課題探究的な教材研究等々、広範な内容を扱う「教科内容学」の重要性が、強く指摘されている（今岡，2014⁽²⁴⁾；田中，2015⁽²⁵⁾）。認識論的定義からの技術科内容学の体系的構造と内容構成については、山崎ら（2011）⁽²⁶⁾の先行研究がある（表1）。

表1 認識論的定義からの技術科教科内容学体系の構成原理【出典：山崎ら（2011）⁽²⁶⁾のp.269の表6】

1) 技術の本質と、科学・技術・社会の相互関係を理解する力
i 技術の意義と必要性について理解する力
ii ものづくりの技術と情報通信技術の中核概念を理解する力
iii 技術が及ぼす影響と技術倫理を理解し、技術を評価する力
iv 「材料と加工」「エネルギー変換」「生物育成」「情報」に関する技術の相互関係と、技術と他教科との相互関係について理解する力
2) 技術のデザイン・プロセス力
i 現実の状況から技術の課題を設定し、構想計画から解決策を提案する力
ii 設計する力
iii 段取りする力
iv 製作・制作・育成し、工夫・改善する力
v 報告書を作成・表現し・他者と相互交流する力
3) デザインされた各技術を適切に評価し、知的財産を創造・活用する力
i 材料と加工に関する技術を適切に評価し、知的財産を創造・活用する力
ii エネルギー変換に関する技術を適切に評価し、知的財産を創造・活用する力
iii 生物育成に関する技術を適切に評価し、知的財産を創造・活用する力
iv 情報に関する技術を適切に評価し、知的財産を創造・活用する力

日本産業技術教育学会（2012：p.4）⁽²⁷⁾は、「21世紀の技術教育（改訂）」の「表1 技術教育固有の対象と内容構成（内容知）」で、対象として「材料と加工」、「エネルギー変換」、「情報・システム・制御」、「生物育成」の4技術を提案し、各対象技術の内容構成を示した。また、「発明・知的財産とイノベーション」、「社会安全と技術ガバナンス」は、各対象技術を横断する内容構成であるとした。さらに、日本産業技術教育学会（2014）⁽²⁸⁾は、同（2012）⁽²⁷⁾を基に、四つの各対象技術の大項目、小項目を示し、「就学前・小学校低学年」、「小学校中・高学年」、「中学校」、「高等学校」の各4教育段階における普通教育としての技術教育内容の例示を提案した。

大谷（研究代表者）（2017）⁽²⁹⁾は、2014年度～2016年度科研費（基盤研究（B））の支援を受け、技術科教育課程編成における最新の教科専門分野の動向を取り入れた内容論的研究の研究成果報告書を公表した。「材料と加工」、「エネルギー変換（機械）」、「エネルギー変換（電気）」、「情報・システム・制御」、「生物育成」の各技術における最新の教科専門分野の動向を取り入れた内容論と、「技術ガバナンス・技術イノベーション」に関する内容論について、2015年度科研費助成事業・分野・分科細目表、学術団体の学会要旨集・プログラム、学会等編集による用語事典等を含む学術研究分野資料、日本技術者認定機構（JABEE）に認定された大学、高专等のシラバス、高等学校、2008年告示中学校学習指導要領解説 技術・家庭編、同技術分野教科書の索引等を基に、教育分野で使用されている用語を抽出した。大谷（研究代表者）の膨大な資料等探索が必要な精力的な組織研究は、日本産業技術教育学会（2014）⁽²⁸⁾が示した、四つの各対象技術の大項目、小項目の不易性と最新技術等に対応した流行性・柔軟性についての検討と不断の見直しを意図していると考えられる。

一方、我が国における戦後の学習指導要領の教科内容は、教科目標、分野目標、学年目標及び、従来から大・中・小項目といったように、知識・技能項目を中心とした内容構成の構造である。他方、2017年告示小・中学校及び2018年告示高等学校学習指導要領では、知識・技能項目内容中心型から、育成すべき資質・能力型を基盤とする教育課程の国家基準に変更された。今回の学習指導要領の各教科は、内容に「次のような思考力・判断力・表現力等を身に付けること」という記述があり、「知識・技能」と共に「思考・判断・表現」を含む内容である。鈴木（2019：p.37）⁽³⁰⁾は、今回の学習指導要領の各教科等における「思考・判断・表現」に関する表現は、きわめて単純で、繰り返しが多いと指摘している。このため、各教科等で思考力等を、児童生徒の心身の発達水準に応じて、初等中等教育期間の長期的スパンから、前述の資質・能力を具体的にどの程度どういう段階を踏んで発達させるべきか、わからないと述べている。鈴木氏の指摘の本意は、欧米では、思考・判断・表現力等の資質・能力は、ドメイン評価ではなくスタンダード準拠評価法を採用している（鈴木、2006、pp.88-89⁽³¹⁾；鈴木、2013⁽³²⁾）ことを意図していると筆者らは考える。

4 技術ガバナンス能力と技術イノベーション能力の各教育階梯別の学習到達水準表

日本産業技術教育学会（2012）⁽²⁷⁾の「21世紀の技術教育（改訂）」で示された教育目標2：「技術的課題解決力」を図1に示す。また、山崎ら（2016）⁽³³⁾が示した「技術の見方・考え方」を図2に示す。

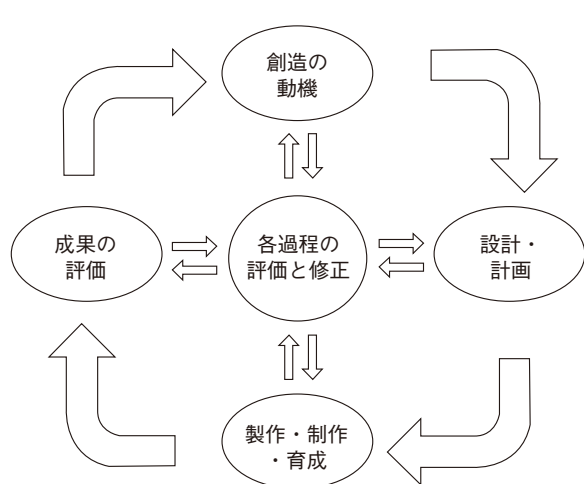


図1 教育目標2：「技術的課題解決力（スパイラル構造で次第に高度なものへ）」
[出典：日本産業技術教育学会：21世紀の技術教育（改訂）、日本産業技術教育学会誌、Vol.54、No.4（別冊）、p.6の図2⁽³³⁾（2012）]

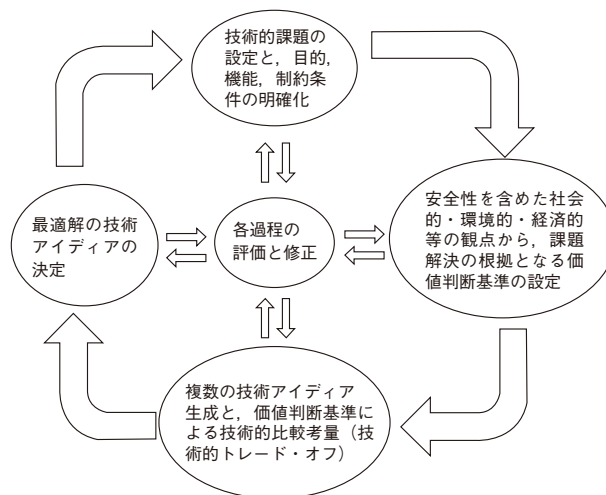


図2 技術の見方・考え方（技術の論理的・批判的・創造的思考力）
[出典：山崎ら（2016）⁽³³⁾のp.206の図3]

山崎ら（2016）⁽³³⁾は、上越教育大学が進めている「21世紀を生き抜くための能力+ α 」向上に資する研究の一環として、技術科を学習する本質的な意義の中核をなすのが「技術の見方・考え方」であり、技術科の学習と生活や社会をつなぐ鍵思考となり、技術の鍵概念と両輪になって学習を課題解決の過程で展開することを提案している。

大森ら（2014）⁽³⁴⁾は、2014年実施からのイングランドのナショナルカリキュラム教科「Design and Technology」

作成専門家グループが編集した、KS (Key Stage: 教育階梯) 1 (5～7歳), KS 2 (7～11歳), KS 3 (11～14歳) におけるパフォーマンス課題と、スタンダード準拠評価法に基づくパフォーマンス評価の事例⁽³⁵⁾を紹介した。イノベーション能力を育成するために、問題を見いだして課題を設定し、構想設計し、試作 (モデリング) 等を経て、設計を具体化する場面、製作の過程や結果の評価により改善と修正を企てる場面を極めて重視していた。

プログラミングによる情報の技術を用いて課題解決を図るための工程の各過程を、表2に示す。

表2 プログラミングによる情報の技術を用いて課題解決を図るための工程の各過程






システム開発 (工程)		概要	システム開発に関する成果物
	問題 (要求分析)	1. 顧客にヒアリングして、要求を明らかにする 2. 顧客の要求で、システムで実現するものと実現しないものを明らかにする	ユースケース モデル
	モデル化 (分析)	1. 開発対象の重要な概念を洗い出し、データ構造を整理する 2. イベントフローに合わせて多様な視点から開発対象の動的および静的な振る舞いを検討する	概念モデル 分析モデル
	アルゴリズム・ データ構造 (設計・詳細設計)	1. 機能要求や非機能要求の実現手段を具体的に決定する 2. 個別の実現方法について、プログラミングを実際に行うことを想定して正確に設計書・設計モデルを作成する	設計書 設計モデル
	プログラム (実装)	1. 設計書・設計モデルに従って、特定のプログラミング言語を用いてソースコードを作成する	ソースコード
	実行・評価 (テスト)	1. 作成したソースコードを実際にコンピュータを用いてテストを行う 2. テスト結果に基づき評価を行い、改善等の指針を作成する	テストコード テスト評価書

表2の過程を考慮し、技術分野のD情報の技術(2)生活や社会における問題を、ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミングによる課題解決活動では、問題を見いだして課題を設定し、使用するメディアを複合する方法とその効果的な利用方法等を構想して情報処理の手順を具体化させ、全体構成やアルゴリズムを図に表現し、試行・試作等を通じて解決策を具体化する力、設計に基づく合理的な解決作業について考える力、課題の解決結果や解決過程を評価、改善及び修正する力などの、情報の技術の見方・考え方を働かせて、問題を見いだして課題を設定し解決する力を育成する必要がある (文部科学省, 2018: p.53-55)⁽¹⁾。また、生活や社会における問題を見いだして課題を設定し、入出力されるデータの流れを元に計測・制御システムを構想して情報処理の手順を具体化する力、試行・試作等を通じて解決策を具体化する力、計測・制御のプログラミングによって課題の解決結果や解決過程を評価、改善及び修正する力などを、情報の技術の見方・考え方を働かせて解決する力を育成する必要がある (文部科学省, 2018: pp.55-57)⁽¹⁾。

磯部・山崎 (2013)⁽³⁶⁾は、日本産業技術教育学会 (2012) の「21世紀の技術教育 (改訂)」⁽²⁷⁾が提案した、幼稚園から高等学校までを一貫した技術教育の目標と、2004～2006年度文部科学省研究開発学校であった東京都大田区立矢口小・安方中・蒲田中学校、2007年～2009年度文部科学省研究開発学校であった新潟県三条市長沢小・荒沢小・下田中学校、2010～2012年度文部科学省研究開発学校であった栃木県上三川町立本郷小・本郷北小・本郷中学校の小・中学校を一貫した技術教育課程開発の実践成果を元に、教育目標1「技術教育固有の対象と内容構成 (内容知)」について、パフォーマンス課題に基づく学習到達水準表を提案した。また、教育目標2-1「技術教育固有の方法・プロセス (方法知)」と、教育目標2-2「技術の適切な評価・活用能力」のパフォーマンス課題に基づく学習到達水準表を提案した。本小論では、幼稚園から高等学校までを一貫した「技術イノベーション能力」と「技術ガバナンス能力」の前述表の改善を行った (表3, 表4)。

表3 教育目標2-1「技術教育固有の方法・プロセスのスタンダード」各教育階梯の学習到達水準表

註：ゴシックが、磯部・山崎（2013）⁽³⁶⁾の修正加筆した文章

		幼稚園	小学校1・2年	小学校3・4年	小学校5・6年	中学校	高等学校
技術教育固有の方法・プロセスのスタンダード	目標	身近な材料から、自分が作りたい作品の完成図を簡単な絵等に表わし、製作（制作・育成）遊びを楽しむことができる。	自分の思いや願いを込めた課題を設定し、自分の発想に基づく作品を、図に表し、必要な材料や手順を考え、技術の製作（制作・育成）を通して課題を解決することができる。	技術発想や技術の発明と工夫・改良に関心を持ち、課題の解決を目的とした作品を仕上げるための必要条件を見つけて、技術の製作（制作・育成）活動を通して、課題を解決することができる。	技術イノベーションによる創造に関心を持ち、他者視点からの技術課題を解決するために、様々な必要条件を考慮し、設計から製作（制作・育成）までの手順や製作（制作・育成）方法を考え、製作（制作・育成）後、活動を評価し、課題を解決することができる。	技術創造を目的とし、様々な必要条件を考慮して、社会生活に必要なものやシステムを設計、工夫、提案、製作（制作・育成）と、技術評価からトレードオフし、改善を行う学習過程で、技術の見方・考え方を働かせながら課題解決できる。技術イノベーションと技術ガバナンスの重要性について説明できる。	技術創造や工夫を重視し、様々な必要条件と制約を考慮し、持続可能な社会を支えるために必要な製品を設計、工夫、提案、製作（制作・育成）、評価、改善し、技術課題を解決できる。技術イノベーションと技術ガバナンスに必要な学習過程で、技術の見方・考え方を働かせながら、技術の問題を課題化させて解決し、生涯学習能力として、新たな課題解決場面で活用しようとする。
	内容	ア（課題の設定） ・自分が作りたい作品で、どのように遊びたいかを話すこと。 ・コンピュータを使って遊ぶこと。	ア（課題の設定） ・製作・プログラミングによる制作・生物育成をしたい理由を述べること。	ア（課題の設定） ・製作・プログラミングによる制作・育成する目的を、話し合いや情報収集により、明確にすること。 ・身近な生活や地域の技術とものづくり、生物育成の技術、プログラムによる情報技術の活用目的と必要性について、情報収集や調査をすること。	ア（課題の設定） ・製作・プログラミングによる制作・育成する目的を、便利さ、リスク、生活への影響、ユーザ視点などを考えて、明確にすること。	ア（課題の設定） ・技術課題の遂行と製作品（プログラミングによる制作品・育成生物）に関連する必要条件と制約条件を明確にし、課題に取り組み、技術課題を解決すること。	ア（課題の設定） ・ブレインストーミングなどの創出技法や多様な調査技法を取り入れながら、技術課題の遂行と製作品（制作品・育成生物）に関連する必要条件と制約を明確にし、技術課題を解決すること。 【問題（要求分析）】 1. ユーザにヒアリングして、要求を明確にすること。 2. ユーザの要求で、システムで実現するものとしないうものを明確にすること。 【モデル化（分析）】 1. 開発対象の重要な概念を洗い出し、データ構造を整理すること。 2. イベントフローに合わせて、多様な視点から開発対象の動的及び静的な振る舞いを検討すること。

	<p>ウ（製作・制作・育成）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・先生や仲間と一緒に、作業内容を確認しながら進めること。 <p>【プログラム（実装）と実行・評価】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ごく簡単なブロック型プログラミングで遊ぶこと。 	<p>ウ（製作・制作・育成）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・一つひとつの作業内容を知り、順番に製作をすすめていくこと。 ・班やグループを通して、協力して製作活動すること。 <p>【プログラム（実装）と実行・評価】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ごく簡単な設計書に従って、主にブロック型プログラミングソフトでコーディングすること。 ・作成したソースコードを実際にコンピュータを用いて試験を行うこと。 ・試験結果に基づき評価を行い、改善等の指針を作成すること。 	<p>ウ（製作・制作・育成）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・製作品を完成させるために、どのような順番で作業を行えばよいか、見通しをもつこと。 ・仲間と相談しながら、工夫点を意識して製作・制作・育成すること。 <p>【プログラム（実装）と実行・評価】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・簡単な設計書に従って、ブロック型やテキスト型プログラミング言語を用いてソースコードを作成すること。 ・作成したソースコードを実際にコンピュータを用いて試験を行うこと。 ・試験結果に基づき評価を行い、改善等の指針を作成すること。 	<p>ウ（製作・制作・育成）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・製作経験を基に、自ら作業内容や作業工程について見通しをもち、計画を立てること。 ・製作品について説明し、工夫点について意見を聞き、互いの情報を共有すること。 <p>【プログラム（実装）と実行・評価】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設計書に従って、主としてテキスト型プログラミング言語を用いてソースコードを作成すること。 ・作成したソースコードを実際にコンピュータを用いて試験を行うこと。 ・試験結果に基づき評価を行い、改善等の指針を作成すること。 	<p>ウ（製作・制作・育成）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・製作経験を基に、製作活動で工夫を取り入れた作業計画を立てること。 ・製作品の工夫点や改善点について意見を出し合い、共有した情報をもとに新たな方策を見いだすこと。 <p>【プログラム（実装）と実行・評価】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設計書・設計モデルに従って、特定のテキスト型プログラミング言語を用いてソースコードを作成すること。 ・作成したソースコードを実際にコンピュータを用いて試験を行うこと。 ・試験結果に基づき評価を行い、改善等の指針を作成すること。 	<p>ウ（製作・制作・育成）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・効率的な製作活動にするための工夫や内容を取り入れた計画を立てること。 ・製作段階の途中で中間発表会を行い、寄せられた意見を基に、設計図や作業計画を変更したり、新たな方策を導入したりすること。 <p>【プログラム（実装）と実行・評価】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設計書・設計モデルに従って、特定のテキスト型プログラミング言語を用いてソースコードを作成すること。 ・作成したソースコードを実際にコンピュータを用いて試験を行うこと。 ・試験結果に基づき評価を行い、改善等の指針を作成すること。
	<p>エ（活動のまとめと提案）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・活動の様子や作った作品を、簡単な絵に表すこと。 	<p>エ（活動のまとめと提案）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・簡単な活動記録をとり、発表すること。 ・先生や仲間と一緒に振り返ること。 	<p>エ（活動のまとめと提案）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・活動記録をとり、発表し、振り返ること。 	<p>オ（活動のまとめと提案）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・活動全体を総括し、発表をして、自己評価と相互評価することで、今後の技術のもののづくり活動に生かすこと。 	<p>オ（活動のまとめと提案）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・活動全体を総括し、発表をして、自己評価と相互評価することで、今後の技術のもののづくり活動に生かすこと。 	<p>オ（活動のまとめと提案）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・成果報告書の作成と発表会を実施し、技術のもののづくりの学習過程を、生涯学習で活用する方法を提案すること。

表 4 教育目標 2-2 「技術の適切な評価・活用能力のスタンダード」各教育階梯の学習到達水準表

註：ゴシックが、磯部・山崎（2013）⁽³⁶⁾の修正加筆した文章

*STEM（Science, Technology, Engineering and Mathematics）教育; STEAM（Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics）教育

	幼稚園	小学校 1・2 年	小学校 3・4 年	小学校 5・6 年	中学校	高等学校
技術の適切な評価・活用能力のスタンダード	<p>目標</p> <p>身近な遊具・道具・技術製品等で遊ぶ活動や、栽培飼育活動を通し、ものづくりを楽しむことができる。</p>	<p>創造と工夫を活かした技術の製作・制作・育成を楽しむことができる。</p>	<p>便利で豊かな生活をするために、創造・工夫を主体的に行いながら、技術の製作・制作・育成を通して、発明の面白さに気付くことができる。</p>	<p>技術の発明・創造・工夫の重要性を意識しながら、目的を持った技術の製作・制作・育成を見通しと計画を立案しながら取り組み、技術評価をすることができる。</p>	<p>持続可能な社会を支える国民として、ガバナンス（共治）社会における技術の製作・制作・育成にかかわる課題解決に参画し、倫理観を持ちながら、防災・安全を含む技術の適切な評価と活用をすることができる。</p>	<p>持続可能な社会を支える国民として、ガバナンス（共治）社会における技術の製作・制作・育成にかかわる課題解決に参画し、倫理観を持ちながら、防災・安全を含む技術の適切な評価と活用する生涯学習能力を育むことができる。</p>
	<p>内容</p> <p>ア（技術の意義、必要性）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・簡単な工夫ができる技術のもののづくりで遊ぶこと。 	<p>ア（技術の意義、必要性）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・工夫と改善を活かした技術のもののづくりの楽しさを実感すること。 	<p>ア（技術の意義、必要性）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・生活や社会で、ものづくりに技術が必要な理由について、自らの技術の製作・制作・育成活動を通して考え、発表すること。 	<p>ア（技術の意義、必要性）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・生活や社会における技術創造・工夫について、発表すること。 ・科学と技術の違いや両者が密接に関係し相互不可分であることを、自らの技術課題解決活動を通して、具体的に説明すること。 	<p>ア（技術の意義、必要性）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・持続可能な社会を支え、産業の継承と発展に果たしている技術の社会的役割と、技術の進展が社会や環境に与える影響について説明すること。 ・技術（テクノロジー）、技能（スキル）、技術知識、技法・技巧等（テクニック）の違いや相互不可分性の重要性を説明すること。 ・自らの技術課題の解決活動を通して、STEM/STEAM 教育*の重要性を説明すること。 	<p>ア（技術の意義、必要性）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・安全、健康、社会、経済、環境影響要因等からの技術便益リスク分析を通じて、ものづくりに必要な技術の社会的役割と意義を説明すること。 ・これからの社会の発展と技術の在り方を考える活動において、STEM/STEAM 教育*の概念的理解や、技術イノベーションと技術ガバナンス概念が何故必要かを説明し、他者に発表すること。

	イ（技術評価） ・身近な遊具・道具・技術製品等で遊ぶ活動や、栽培飼育活動の際に、事故等のリスクを回避するための留意点について、先生等から指示を受けて、知ること。 ・安全に活動できたかについて、先生等と一っしょにふりかえり、反省点をまとめ、次の活動に生かすこと。	イ（技術評価） ・身近な道具・技術製品等を使う学習活動や、栽培飼育活動の際に、事故等のリスクを回避する留意点について、主体的に情報収集し、知ること。 ・安全に技術の製作・製作・育成ができたかについて、クラスの仲間とふりかえり、事故につながるリスクを回避する方法について話し合い、次の活動に生かすこと。	イ（技術評価） ・身近な技術を利用する際の便益（ベネフィット）とリスクを指摘すること。 ・技術のもののづくり過程や技術製品（制作品・育成生物）のリスク情報を収集し、比較・分類すること。 ・学習活動で利用する技術のリスク回避策を計画し、実行すること。 ・安全、健康、環境への影響という観点から、技術の学習活動の反省と、事故につながるリスクを回避する方法について話し合い、次の活動に生かすこと。	イ（技術評価） ・持続可能な社会を支える観点から、身近な技術を利用する際の個人、家庭、地域、環境への影響に関する情報を収集すること。 ・技術の判断規準（クライテリア）を設定し、事実や根拠に基づいて、簡単な技術便益リスク評価を行うこと。 ・防災・減災・安全を優先させた技術評価すること。 ・データに基づいたり、予想と結果の規則性や事実に基づく推論をしたりしながら、リスク回避について児童同士の共同学習により話し合い、次の活動に生かすこと。	イ（技術評価） ・技術課題には、安全性を含めた社会的・環境的・経済的等の制約をはじめとした必要条件とともに、技術便益リスク分析と評価、価値判断規準の設定、トレードオフが伴うことを理解すること。 ・価値判断規準の重み付けを変えながら、複数の最適解を提案し、最終解を採用した根拠を説明すること。 ・技術課題の便益リスク分析に必要な情報の収集方法を工夫すること。 ・持続可能な社会を支え、安全、健康、社会、経済、環境への影響要因等から、技術便益リスクを分析し、事実、推論などに基づく論理的思考を通して、採用する技術の最終解決案を意思決定すること。 ・自分達が取り組んだ技術のプロセスと製作品（制作品・育成生物）を技術評価し、リスク回避の改善案を提案できること。	イ（技術評価） ・生産者・消費者・行政関係者等といった異なる利害関係者が参画し、ガバナンス（協働統治）に基づく持続可能社会を支えるという視点から、技術課題の便益リスク分析に必要な情報を収集し、情報の根拠や質を評価すること。 ・持続可能なガバナンス社会を支え、安全、健康、社会、経済、環境影響要因等からの技術便益リスク分析と、事実、推論などに基づく論理的思考を通して、採用する技術の最終解決案の意思決定をして、最適解を求めること。
	ウ（技術創造と活用） ・他の人が作ったものを大切に使うこと。	ウ（技術創造と活用） ・ルールやマナーを守って、技術製品を大切に使うこと。	ウ（技術創造と活用） ・身近な技術製品の発明・工夫に関心を持つこと。 ・自分の情報と他人の情報を大切にし、情報を許可なく流出させないこと。	ウ（技術創造と活用） ・発明・工夫及び情報は、自他の権利があることを知り、学習活動や日常生活で、それらの権利を尊重して活用すること。 ・知的財産権制度の目的及び役割を知ること。	ウ（技術創造と活用） ・安全、健康への配慮を高め、環境負荷やリスク軽減等を図る技術の検討を行い、ものづくりの技術や情報通信技術に関わる倫理観や知的財産権を含む新しい発想を生み出し活用すること。 ・持続可能な社会を支える技術課題解決のために、知的財産権を尊重した判断・処理すること。	ウ（技術創造と活用） ・安全、健康への配慮を高め、環境負荷やリスク軽減等を図る技術の検討を通して、ものづくりの技術や情報通信技術にかかわる倫理観や知的財産権を含む新しい発想の創出と活用を深めること。 ・持続可能な社会を支える技術課題解決のために、知的財産権を尊重した判断・処理を深めること。
	エ（技術と勤労観・職業観） ・決められた時間やきまりを守って、技術のもののづくりを楽しむこと。	エ（技術と勤労観・職業観） ・身近で技術製作・制作・育成している人々の様子を見て、関心を持つこと。	エ（技術と勤労観・職業観） ・技術のもののづくりを、自分の力で、粘り強く最後まで成し遂げようと努力すること。	エ（技術と勤労観・職業観） ・地域の技術のもののづくりを調べ、技術で環境改善や地域貢献できる工夫について例示し、表現・発信すること。	エ（技術と勤労観・職業観） ・職場体験学習を通して、職業観や勤労観の重要性を知り、技術教育が勤労観・職業観の形成に果たす役割について、理解すること。	エ（技術と勤労観・職業観） ・技術教育が勤労観・職業観の形成に果たす役割について、理解を深めながら、将来設計、進路希望の実現を目指すこと。

表3と表4に示した技術イノベーション力と技術ガバナンス力育成には、初等中等教育を一貫した技術教育課程を編成し、園児児童生徒の心身の発達段階に応じて、各年齢段階や学年段階での到達目標水準を設定する必要がある。学習者の個性や個人差に配慮して、学年末に期待する到達目標は、複数の水準を設定するなど、弾力性のある到達水準の設定が望ましい。

鈴木（2006, pp.88-89）⁽³¹⁾、鈴木（2013）⁽³²⁾の指摘のように、欧米の国々等の多くは、思考・判断・表現等の資質・能力は、ドメイン評価ではなくスタンダード準拠評価法を採用し教育課程の基準や教育内容基準で、学習到達目標（Attainment Targets）やベンチマークとして示す、国・地域等が多い。我が国の教育課程の最低基準である学習指導要領において、スタンダード準拠評価を今後採用するのか、どのように示すかは、技術科教育のみならず、全校種と全教科に関わる論題である。単一教科を基盤とした学術組織のみならず、広領域の教育研究者等との協働が必要である。今後の残された研究課題としたい。

5 小括

小論の目的は、政府の喫緊の教育課題であるSociety5.0を支え、EdTechによる急激な技術革新に柔軟に対応する人財育成と、STEM(Science, Technology, Engineering and Mathematics)/STEAM(Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics)教育推進を踏まえ、文部科学省(2018)『中学校学習指導要領解説 技術・家庭編』の技術分野で重視される「技術を評価、選択、管理・運用する力(技術ガバナンス力)」と、「技術の発達を主体的に支え、技術革新を牽引するために、技術を改良、応用する力(技術イノベーション力)」⁽¹⁾を育成するための学習到達水準表の改善提案であった。ドメイン準拠評価法ではなく、育成すべき資質能力の評価として適しているスタンダード準拠評価法によるパフォーマンス評価を採用した。磯部・山崎(2013)⁽³⁶⁾の「教育目標2-1 技術教育固有の方法・プロセスのスタンダード教育課程基準表」と「教育目標2-2 技術の適切な評価・活用能力のスタンダード教育課程基準表」、山崎ら(2016)⁽³³⁾「技術の見方・考え方(技術の論理的・批判的・創造的思考力)」, イングランドの2014年改訂ナショナルカリキュラムの教科「Design and Technology」及び「Computing」の動向等を参考にして、小・中・高等学校を一貫した「技術ガバナンス力」と「技術イノベーション力」の学習到達水準系統表の改善を提案した。

謝辞

本研究の一部は、JSPS科研費(基盤研究C代表:山崎貞登, 課題番号17K01023)の助成を受けた。

引用文献

- (1) 文部科学省:『中学校学習指導要領(平成29年告示)解説 技術・家庭編(平成29年7月)』, 開隆堂(2018)
- (2) Bybee, R.: "What Is STEM Education?", Science, vol.329, Issue.5995, p.996 (2010)
- (3) 日本産業技術教育学会:新たな価値と未来を創造する技術教育の理解と推進リーフレット(2013)
<http://www.jste.jp/main/data/leaflet.pdf>
- (4) 山崎貞登・磯部征尊:「7.1 技術イノベーションと技術ガバナンス」, pp.276-281, 森山 潤・菊地 章・山崎貞登(編著), 兵庫教育大学大学院連合学校教育学研究科 共同研究プロジェクト(P)研究グループ(著):『イノベーション力を育成する技術・情報教育の展望(所収)』, ジアース教育新社(2016)
- (5) Banks F. & Barlex, D.: Teaching STEM in the Secondary School, Routledge (2014) ISBN: 978-0-415-67531-4(pbk)
- (6) スーザ・A・デビッド&ピレッキ・トム(著), 胸組虎胤(訳):『AI時代を生きる子どものためのSTEAM教育』, 幻冬舎(2017)
- (7) Yakman, G.: STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education, Proceedings of the 2008 PATT (Pupils' Attitude Towards Technology) - 20 International Design and Technology Education Conference - TEL-AVIV, ISRAEL, pp.1-28 (2008) <https://www.iteea.org/File.aspx?id=86752&v=75ab076a>
- (8) ファリス, J. パメラ&ウエルデリッヒ, E. ドナ(高橋邦年監訳, 渡辺雅仁・田島祐規子・満尾貞行訳):『ランゲージアーツ 学校・教科・生徒をつなぐ6つの言語技術』, 玉川大学出版部(2016)
- (9) 芦沢光雄:リベラルアーツの学び, 岩波書店(2018)
- (10) 村上陽一郎:「科学・技術と社会(STS)」, pp.196-201, 絹川正吉(編著):『ICU<リベラル・アーツ>のすべて(所収)』, 東信堂(2002)
- (11) 未来投資会議 構造改革徹底推進会合「企業関連制度・産業構造改革・イノベーション」会合(雇用・人材)(第6回)(2019年1月11日)資料4
<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/miraitoshikaigi/suishinkaigo2018/koyou/dai6/siryou4.pdf>
- (12) 文部科学省:Society 5.0に向けた人材育成~社会が変わる, 学びが変わる~(2018年6月5日)
http://www.mext.go.jp/a_menu/society/index.htm
- (13) 経済産業省:「未来の教室」とEdTech研究会 第1次提言(2018年6月25日)
<http://www.meti.go.jp/press/2018/06/20180625003/20180625003.html>
- (14) 教育再生実行会議:第十一次提言中間報告(案)(2019年1月18日)
<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/kyouikusaiei/teigen.html>
- (15) ウィギンズ, G.&マクタイ, J.(著), 西岡加名恵(訳):『理解をもたらすカリキュラム設計-「逆引き設計」の理論と方法』, 日本標準(2012)
- (16) 米国学術研究推進会議(編著), ブランスフォード, J., ブラウン, A., クッキング, R., 森 敏昭・秋田喜代美(監訳), 21世紀の認知心理学を創る会(訳):『授業を変える』, 北大路書房(2002)
- (17) 中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程部会:「児童生徒の学習評価の在り方について(報告)」(2019年1月21日)

- http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/004/gaiyou/_icsFiles/afieldfile/2019/01/23/1412838_1_1.pdf
- (18) 佐長健司：社会科教育内容の状況論的検討－概念的知識のディコンストラクション－，全国社会科教育学会『社会科研究』，第71号，pp.1-10（2009）
- (19) 石井英真：学力向上，pp.136-150，篠原清昭（編著）：『学校改善マネジメント－課題解決への実践的アプローチ－（所収）』，ミネルヴァ書房（2012）
- (20) 山崎貞登：「6.2 農学・環境科学からの教育内容・教材構成の視点」，pp.224-235，森山 潤・菊地 章・山崎貞登（編著），兵庫教育大学大学院連合学校教育学研究科 共同研究プロジェクト(P)研究グループ（著）：『イノベーション力を育成する技術・情報教育の展望（所収）』，ジヤース教育新社（2016）
- (21) 篠田 功：技術科における教育内容の編成，pp.16-20，技術科教育実践講座刊行会：『技術科教育実践講座9 指導と評価（所収）』，ニチブン（1989）
- (22) 板倉安正：21世紀の技術教育を目指して，pp.161-173，（財）日本学術財団：『「21世紀の教育内容」にふさわしいカリキュラムの提案（所収）』，大蔵省印刷局（1997）
- (23) 近藤芳美：『新 技術科の授業論』，開隆堂（2013）
- (24) 今岡光範（研究代表者）：「教科内容学の体系的構築に関する研究」プロジェクト，平成14～15年度広島大学大学院教育学研究科リサーチオフィス研究経費研究報告書（2004）
- (25) 田中雄三：教科内容学－新しい学問領域の誕生－，日本教科内容学会誌，第1巻，第1号，p.1（2015）
- (26) 山崎貞登・東原貴志・菊地 章・森山 潤：先導の大学改革推進委託事業「教科専門と教科教育を架橋する教育研究領域の構成案」「技術科内容学」構成案，pp.256-290，三大学研究協議会（国立大学法人上越教育大学・国立大学法人鳴門教育大学・国立大学法人兵庫教育大学：『平成22-23年度 文部科学省先導の大学改革推進委託事業研究成果報告書 教科専門と教科教育を架橋する教育研究領域に関する調査研究（所収）』，国立大学法人上越教育大学（2011）
http://www.juen.ac.jp/050about/050approach/030relation/sendou/files/sendou_seikahoukoku.pdf
- (27) 日本産業技術教育学会：21世紀の技術教育（改訂），日本産業技術教育学会誌，第54巻，第4号別冊，pp.1-9
<http://www.jste.jp/main/data/21te-n.pdf>
- (28) 日本産業技術教育学会：21世紀の技術教育（改訂）各発達段階における普通教育としての技術教育内容の例示－，日本産業技術教育学会，pp.1-2（2014）
<http://www.jste.jp/main/data/21te-nex.pdf>
- (29) 大谷 忠（研究代表者）：技術科教育課程編成における最新の教科専門分野の動向を取り入れた内容論的研究（課題番号26285197），平成26年度～28年度科学研究費補助金（基盤研究（B））研究成果報告書（2017）
- (30) 鈴木秀幸：「資質・能力」を育成し評価する－人材の育成に必要なこと－，指導と評価，第65巻，2月号，pp.36-38（2019）
- (31) 鈴木秀幸：ドメイン準拠評価とスタンダード準拠評価，pp.88-89，辰野千壽・石田恒好・北尾倫彦：『教育評価事典（所収）』，図書文化（2006）
- (32) 鈴木秀幸：『スタンダード準拠評価』，図書文化（2013）
- (33) 山崎貞登・東原貴志・川崎直哉・黎 子椰・大森康正：技術科における「21世紀を生き抜くための能力」の「思考力」の捉え方，pp.203-228，国立大学法人上越教育大学 大学改革戦略会議「21世紀を生き抜くための能力+α」ワーキンググループ：『「思考力」を育てる－上越教育大学からの提言1－（所収）』，上越教育大学出版会（2017）
- (34) 大森康正・磯部征尊・寒川達也・山崎貞登：2014年実施のイングランドのナショナルカリキュラム「Design and Technology」と「Computing」の改訂に対するSTEM教育運動の影響，日本産業技術教育学会誌，第56巻，第4号，pp.239-250（2014）
- (35) National Curriculum Expert Group for D&T: Characteristics of a genuine D&T experience within the school curriculum: Principles for guiding and evaluating practice, Design and Technology Education Association, (2013)
<https://www.data.org.uk/media/1130/school-curriculum-principles-for-dt.pdf>
- (36) 磯部征尊・山崎貞登：幼稚園から高等学校までを一貫した技術教育課程基準，上越教育大学研究紀要，第32巻，pp.331-344（2013）

※インターネット情報の最終アクセス日は，2019年1月25日

An Improvement of Coherent Tables of Learning Attainment Targets to Make Learners Develop Technological Governance and Innovative Competency through Elementary, Lower and Secondary Schools from the View Points of STEM/STEAM Education

Sadato YAMAZAKI* · Yusuke OKAJIMA* · Takashi HIGASHIHARA* ·
Yasumasa OOMORI* · Ziyi LI* · Masataka ISOBE** · Kyohei YAMAZAKI***

ABSTRACT

In accordance with a STEM/STEAM educational promotion which has been a pressing educational problem of the Japanese Government, the purpose of this paper is to propose an improvement of coherent tables of learning attainment targets in technology subjects, to make learners develop technological governance competency (for technological assessment, choice, management and use) and innovative competency (for technological improvement and application to support technological development in an independent way and towards innovation) through Elementary, Lower and Secondary Schools. Technological innovation and government competency are emphasized by a technological field of “technology and home economics” subject teachers’ guidelines in lower secondary school edited by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology in 2018. Their “table of education 2-1: on the way to in which technology education is peculiar and curriculum process standard” and “table of education 2-2: Technology curriculum standard of the appropriate value and utilization ability of technology” suggested by Isobe and Yamazaki (2013) were all improved by this research. The technological point of view and the way of thinking Yamazaki et al. (2016) proposed (technological, logically critically creatively, the thinking power) were consulted by in this research. This paper is also referred to “Design and Technology” and “Computing” subjects of 2014 year revised in the national curriculum in England, etc. After that investigation, this paper is to suggest the improvement of coherent tables of learning attainment targets in technology subjects, to make learners develop technological governance competency and innovative competency through Elementary, Lower and Upper Secondary Schools.

* Natural and Living Science ** Aichi University of Education *** Establishment Foundation of Karuizawa Kazakoshi Academy